

# DOT Pattern을 이용한 2.2인치 LGP의 설계 및 제작

\*최규만, 안민형  
관동대학교 전자미디어공학부  
e-mail :cmchoi@kd.ac.kr, yalry0425@hotmail.com

Design and fabrication of the 2.2inch LGP using DOT Pattern

\*Kyu-Man Choi, Min-Hyung Ahn  
School of Information and electronic engineering  
Kwandong University

## Abstract

The LGP(Light Guide Panel) for the back light unit that is used to the 2.2" TFT LCD was designed and fabricated.

The method of the pattern design which is the most important in the design of the LGP was converted the V-cutting method into the Dot method. This newly developed Dot method provided a good uniformity in the brightness at the LGP, which was a very difficult problem to solve in the V-cutting method. The experiment result of the newly designed LGP shows the brightness uniformity 90% and the brightness 3656 cd/m<sup>2</sup> which is 20% higher than the commercial products.

## I. 서론

이동통신의 급속한 발전은 휴대폰 사용의 양적팽창과 더불어 질적인 개발을 요구하게 되었다.

지금의 휴대폰은 다기능화를 추구하고 있으며 이로 인해 사용되는 부품의 소형화, 박형화가 가속화되고 있다. 반면에 휴대폰의 디스플레이는 더욱 많은 정보 전달을 위해 창의 면적을 크게 확대하려고하는 방향으로 진보되어져가고 있다. 따라서 현재의 휴대폰 디스플레이로 사용되고 있는 TFT-LCD의 BLU역시 더욱

얇아지면서 그 면적을 크게 확대하려는 시도가 이루어지고 있다.

LGP는 광학적 특성상 그 두께가 얇아지면 입사광량이 줄어서 LGP의 표면으로 방출시킬 수 있는 광량에 제한이 따르게 되어 고 휘도를 실현하는 것이 매우 어렵다. LGP내에서의 광 감소현상이 크게 발생하여 광원으로부터 먼 부분은 크게 어두워지는 현상이 발생하게 된다. 따라서 현재 생산되어 사용되고 있는 백라이트의 경우 대부분이 휘도가 균일하지 않고, 고 휘도 특성을 얻기 위해 사용하는 LED의 갯수를 늘리는 문제를 안고 있다.

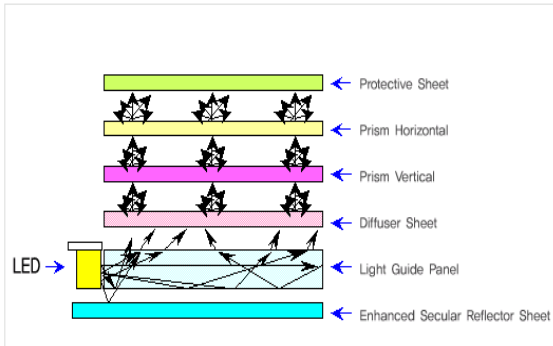
본 연구에서는 이와 같은 문제들을 해결하기 위한 방법으로 새로운 패턴 설계기법을 개발하고 이를 이용하여 LGP를 설계하고 제작하여 기존의 제품과 그 특성을 비교하였다.

## II. 본론

### 2.1 BLU의 구조

BLU는 Protector Sheet(보호시트), Prism Sheet( 집광 필름), Diffuser Sheet(확산필름), Reflector Sheet(반사 필름)와 LGP(Light Guide Panel : 도광판)로 구성된다.

본 연구에서는 BLU의 핵심부품인 LGP의 제작에 관한 것으로 [그림 1]은 LGP를 포함한 BLU에서의 광이동을 나타낸 것이다.



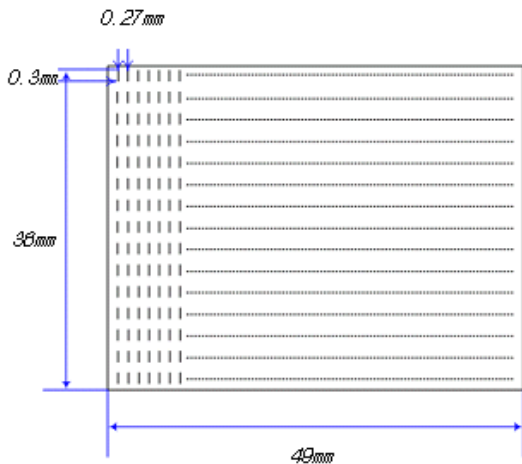
[그림 1] BLU에서의 광 이동

## 2.2 설계 및 제작

### 2.2.1 V-Cutting기에 의한 패턴제작

LGP의 설계를 하기 위해서는 V-Cutting기의 필압에 대한 반사율을 조사하여야 한다. 필압에 따른 반사율이 구해지면 이론식에 의해 LGP의 Pattern을 설계한다. 한정된 면적 내에 점이 많으면 많을수록 고 휘도를 구현할 수 있으므로 가능한 Pattern을 형성하는 점수를 증가시켜 설계하는 것이 바람직하다.

[그림 2]는 최대 가로 4.9Cm와 세로3.6Cm의 사이즈에 가로에 160개의 점들과 세로에 132개의 점들이 들어가 총 21120개의 점들로 구성된 Pattern을 나타낸 것이다.



[그림 2] 패턴의 규격

### 2.2.2 반사율측정 및 설계

필압을 500으로 주어 패턴을 만들고, 제작한 패턴의 0번째에서160번째 까지 전체적인 휘도를 측정하여 이것으로부터 반사율을 계산한다.

도광판 에서 첫 번째 지점의 반사율  $R$ 에 의해 도출되는 광량  $I_1$ 은 식 (1)과 같다.

$$I_1 = I_0 R \quad \text{식(1)}$$

두 번째 지점에서의 입사되는 광량은 전체 입사량에서  $I_1$ 을 제외한 광량이 입사 된다.

$$I_2 = R(I_0 - I_1) \quad \text{식(2)}$$

세 번째 지점에서 입사되는 광량은 전체 입사량에서  $I_1, I_2$  영역에서 도출되는 광량을 제외한 광량이 입사된다.

$$I_3 = (I_0 - I_1 - I_2)R = I_0(1 - R)^2 R \quad \text{식(3)}$$

따라서 n번째 지점에 입사되는 광량은 전체 입사되어 지는 광량의 첫 번째부터 n-1번째까지 도출되는 광량을 제외한 광량이 입사되어 진다.

$$I_n = I_0(1 - R)^{n-1} R \quad \text{식(4)}$$

이러한 이론에 근거하여 다음 식(5)을 이용하여 각 지점에 대한 반사율을 구한다.

$$R = 1 - i^{-n} \sqrt{\frac{I_i}{I_n}} \quad \text{식(5)}$$

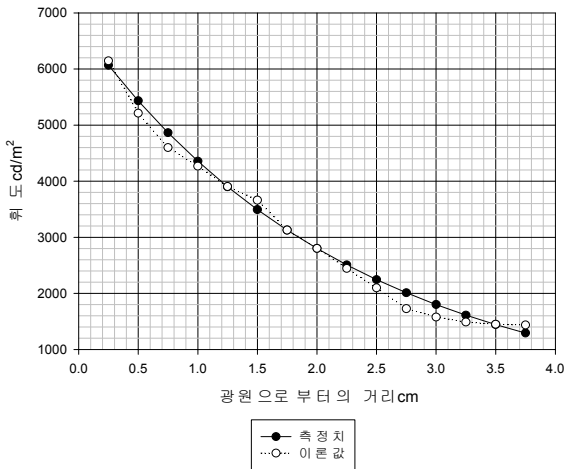
구한  $R$ 값을 가지고  $I_n$ (한영역의 휘도값)을 구한 다음  $I_0$ (입사광량)을 구한다.

$$I_0 = \frac{I_n}{(1 - R)^{n-1} R} \quad \text{식(6)}$$

각 영역마다 구한  $I_0$ 값을 근거로 계산에 의한 그래프를 작성하여 실제 측정하였던 휘도 값을 대입하여 가장 유사한 그래프를 찾아 그 패턴의 반사율로 정한다. [그림 3]은 필압을 500으로 두 번 찍어 휘도를 측정된 값과 이론값을 비교한 그래프이다.

점선은 반사율 0.03인 그래프이고 이것은 측정된 결과

와 비교적 잘 일치하고 있으므로 이 조건으로 제작된 점들은 반사율이 0.03이라고 할 수 있다.



[그림3] 등 간격으로 점을 배치한 LGP 휘도특성 비교

### 2.2.3 반사율에 따른 DOT 수의 변화

도광판 전체가 균일한 휘도를 나타내기 위해서는 각 점에서 같은 광량을 도출해야 한다.

첫 번째 방출되는 광  $I_1$ 과 두 번째 방출되는 광  $I_2$ 가 같다면 첫 번째 반사율  $R_1$ 과 두 번째 반사율  $R_2$  간에는 다음 관계가 성립된다.

$$R_1 = (1 - R_1)R_2 \quad \text{식(7)}$$

식(7)를 풀어서  $R_2$ 에 관해 정리를 해주면

$$R_2 = \frac{R_1}{1 - R_1} \quad \text{식(8)}$$

식(8)에 의해서  $R_3$ 를 구하고  $R_1$ 으로 표시하기 위해  $R_2$ 에 식(8)을 적용해주면 식(9)이 되고

$$R_3 = \frac{R_2}{1 - R_2} = \frac{R_1}{1 - 2R_1} \quad \text{식(9)}$$

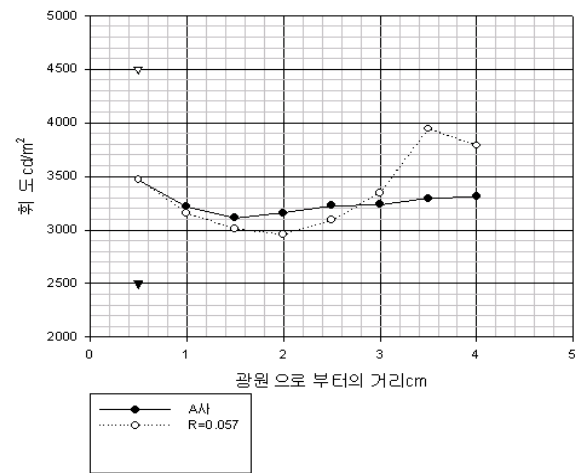
이와 같은 방법으로  $R_n$ 에 관하여 일반식을 구하면 식(10)이 되며

$$R_n = \frac{R_1}{1 - (n-1)R_1} \quad \text{식(10)}$$

식(10)에 의해 각 DOT의 반사율에 따라 각 줄의 DOT 간격을 구하고 계산된 DOT 수를 이용하여 패턴을 제작한다.

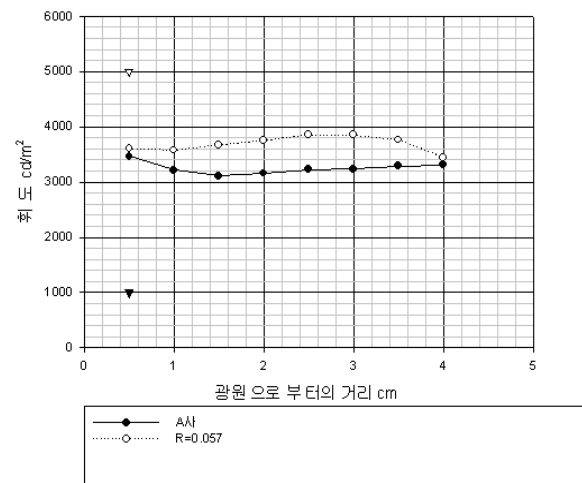
### 2.2.4 LGP의 제작 및 검토

식(10)에 의해 제작된 Pattern은 [그림 4]와 같은 휘도특성을 나타내었다. 실선은 현재 생산되고 있는 2.2인치의 LGP의 휘도특성 그래프이다. 설계식을 도출하기 위한 가설로 평행광이 LGP로 입사하는 것을 가정했으나 실제 입사하는 광은 광특성 분포가 방사형이므로 입사 단에서의 휘도가 높게 나타남을 알 수 있었다. LGP의 끝단에서도 휘도가 높게 나타났다. 이는 LGP 끝단에서 광이 반사되어 LGP내로 재유입된 것으로 인한 결과이다. 균일한 휘도특성을 갖는 LGP를 구현하기 위해서는 광입사단부와 끝단부에서의 보정 설계가 필요하게 되었다.



[그림 4] 이론식에 의해 제작된 LGP의 휘도특성

앞단 가로 20라인의 필압을 10으로 최소화 시키고 뒷단의 20라인의 필압도 감소시켰다. [그림 5]는 수정된 Pattern을 채용한 LGP의 휘도특성을 나타낸 것이다.

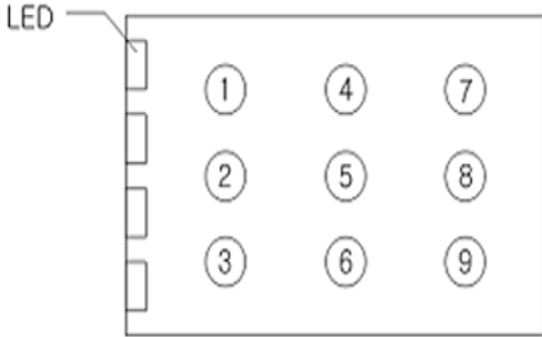


[그림 5] Pattern 수정한 LGP의 휘도특성

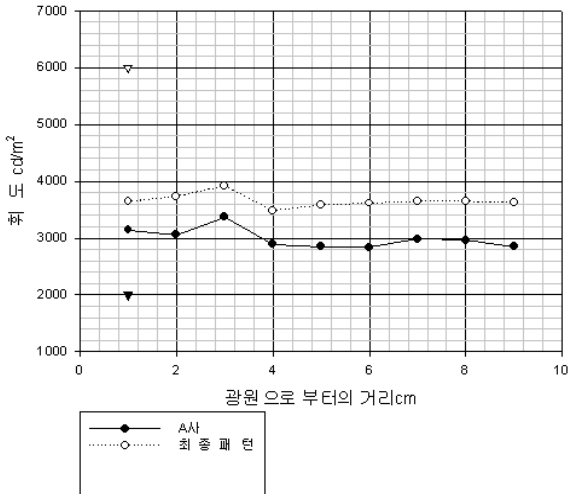
[그림 6]은 기존의 Back light 제조업체에서 휘도 및 광균일도 측정에 사용하는 기준을 나타낸 것이고 [그림 7]은 이 방법에 따라 국내 A사의 제품과 그 특성을 비교한 결과이다.

### III. 결론

이번 연구에서는 기존에 사용되는 V-Cutting로 DOT Pattern을 이용하여 도광판을 제작 하였다. 점을 찍어 Pattern을 제작함으로써 현재 사용되어지고 있는 Pattern보다 균일한 휘도를 가지며, 휘도는 20%향상된  $3656\text{cd}/\text{m}^2$ 의 휘도값을 얻었다. 본 설계기법을 생산에 적용하면 기존에 생산되던 제품보다 뛰어난 휘도와 휘도균일도를 가지는 제품을 생산할 수 있을 것으로 기대한다.



[그림 6] 9포인트 휘도 측정



[그림 7] 9포인트로 휘도를 측정한 그래프

A사의 LGP와 본 연구에서 제작한 LGP를 비교한 결과 휘도는 A사가  $2992\text{cd}/\text{m}^2$ 이고 본 연구에서 제작한 LGP는  $3656\text{cd}/\text{m}^2$ 로서, 약 20% 휘도가 높은 결과를 얻었다. 휘도 균일도는 A사 제품이 84%이고 본 연구에서 제작한 LGP는 90%로 약 6% 향상된 결과를 얻었다.

### 참고 문헌

- [1] 황성진 “V-cutting 방식을 이용한 LGP 제작 및 그 특성” pp. 2-12, 2002
- [2] 노재현 “엘씨디용 백라이트 유닛의 도트 패턴 제작 방법”, 공개특허 공보, pp. 2-5, 2000, 2.
- [3] 오가와 신고 “사이드라이트형 면광원장치” 공개특허 공보, pp. 2-4, 1999, 3.